

# SOFTWARE “ONDAS SÍSMICAS” COMO TECNOLOGÍA EDUCATIVA

**Cattapan Adela, de Luca Adriana, Llarena Myriam**  
Universidad Nacional de San Juan, Argentina

## INTRODUCCIÓN

La generación de software educativo en sus diferentes modalidades, es una actividad que se ha generalizado en los ámbitos académicos en nuestro país en los últimos años .

Se manifiesta una amplia preocupación por aportar soluciones que mejoren los procesos de enseñanza aprendizaje, con la introducción de estos sistemas informáticos en sus diferentes configuraciones: Multimedia, Hipermedia, Modelos de Simulación; etc.

Podemos afirmar, sin lugar a dudas, que se está llevando adelante todo un proceso de incremento de conocimiento tecnológico en este área, que como tal, tiene características propias que deben ser analizadas en su peculiaridad.

Según señala Azevedo<sup>1</sup>, el conocimiento tecnológico, es esencialmente interdisciplinario y pragmático, está orientado hacia una praxis concreta para la resolución de problemas complejos y la toma de decisiones en cuestiones que afectan profundamente a la sociedad. En el mismo conviven conocimientos de carácter proposicional, obtenidos a partir de diversos campos y conocimientos operacionales relacionados con el saber hacer.

En el caso de generación de software educativo se trata de un conocimiento pluridisciplinar que involucra diversas ciencias: Ciencias de la Educación, de la Comunicación, de la Información, la Psicología y otras que conducen a la búsqueda de soluciones concretas para la Educación.

El conocimiento tecnológico reúne en sí mismo “el saber” y “el saber hacer”. Supone además una reflexión sobre el hacer que aporte desde la experiencia una visión que enriquezca los futuros desarrollos tecnológicos.

Es nuestra intención reflexionar sobre el quehacer tecnológico particular que implicó la generación del software educativo “Ondas Sísmicas” realizado por el equipo de investigación “Nuevas Metodologías Educativas utilizando tecnologías computacionales” que se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan.

Para ello realizaremos una mirada retrospectiva que revisará los componentes del conocimiento tecnológico interviniente así como el resultante de esta experiencia concreta.

Intentamos mostrar el cuerpo de conocimientos que sustentaron nuestro desarrollo así como algunos procedimientos y técnicas específicas que forman parte de nuestra propia praxis experiencial con el objeto de realizar aportes a la sistematización del conocimiento tecnológico en el área de software educativo.

Para este trabajo se ha optado por una presentación que alterna entre instancias que analizan el “qué se hizo” y el “por qué se hizo”, que permita diferenciar la acción rutinaria de la reflexiva.

---

<sup>1</sup> Azevedo Díaz, José Antonio; Análisis de algunos criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología; Enseñanza de las Ciencias, 1998, 16 (3)- 409-420

## DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE

Es una hipermedia recomendada para alumnos con más de 16 años, estudiantes con conocimientos previos de ondas sonoras y consideramos la posibilidad de su utilización como material de apoyo para alumnos del ciclo básico de la universidad, que cursen carreras relacionadas con Ciencias de la Tierra.

Las características de este software, podrían encuadrarlo en lo que Galvis<sup>2</sup> llama simuladores, ya que en general se promueve un aprendizaje por descubrimiento que impulsa al alumno a realizar inferencias, a partir de la exploración de situaciones que intentan ser una réplica de los fenómenos que ocurren en el interior de la tierra.

## ¿POR QUÉ ESTRUCTURARLO COMO HIPERMEDIA?

La hipermedia es un sistema que organiza la información utilizando el concepto de red. Para ello articula los textos, imágenes, sonidos, videos, animaciones, etc desde el concepto de nodos que pueden articularse y conectarse de manera tal que el usuario pueda recorrer el producto “navegando” por los diferentes puertos que se le presentan, según su propia opción y en forma no secuencial.

Un nodo es un punto de partida que puede ser una palabra, un botón, una imagen, etc. El nodo es un corte en el nivel secuencial de la lectura que hace referencia a otra instancia. El link trabaja como puente, una unión entre un nodo y otro. La conexión entre diferentes nodos se asemeja a la noción de red conceptual

Consideramos a los productos hipermedia valiosos recursos para orientar el aprendizaje, en tanto el sistema de almacenamiento y presentación de contenidos que los caracteriza, emula la manera en que enlazamos nuestros pensamientos, conocimientos, recuerdos etc. El valor que adquieren la imagen y el movimiento para la construcción de conocimiento encuentran un soporte pertinente en la hipermedia, en tanto en esta herramienta es posible la conjugación de recursos multimedia no como sumandos sino como nodos que se articulan en una red de conceptos que van conformándose en la mutua interrelación. Es un producto que permite organizar el movimiento al conocimiento desde lo que al sujeto le resulta más significativo, dado que no hay un orden preestablecido en la secuencia de abordaje de la información que almacena.

La hipermedia se constituye en un espacio de construcción de conocimientos que va más allá de la mera transmisión de contenidos.

## ¿CÓMO GENERAR UNA HIPERMEDIA?

La generación de un producto hipermedia para educación implica un trabajo sistemático que requiere de un grupo pluridisciplinar, constituido por docentes-especialistas en educación, expertos disciplinares en la/s temáticas a tratar y diseñadores de software que aporten a las dimensiones didáctica y tecnológica respectivamente. Las actividades del equipo de trabajo han de ser orientadas y supervisadas por un coordinador.

---

Gómez Castro R., Galvis Panqueva A y Mariño Drews. Ingeniería de Software Educativo con Modelaje orientado por objetos: un medio para desarrollar micromundos interactivos

Como toda tarea de naturaleza interdisciplinaria conlleva dificultades y problemas por los que nosotros hemos debido transitar.

Compartimos a continuación, lo que de acuerdo con nuestra experiencia es una metodología de trabajo que facilita la generación de hipermedia como tecnología educativa

### **1. Análisis**

Momento de detección de requerimientos y necesidades que el producto educativo ha de satisfacer, definición de objetivos y alcance del Proyecto.

Los docentes tienen una activa participación en esta etapa ya que con su práctica de aula conocen las estrategias de pensamiento, expectativas y dificultades que tienen los educandos en el acceso al conocimiento.

Los expertos en la temática son los encargados de proponer líneas innovadoras de trabajo, nuevas formas de vincular las distintas temáticas etc.

Los integrantes del área tecnológica determinarán los recursos tecnológicos a utilizar y la factibilidad de los mismos

El o los coordinadores son responsables de supervisar las actividades y realizar la documentación correspondiente.

### **2. Planificación**

Momento para prever, organizar y documentar las actividades a llevar a cabo.

La planificación debe ser realizada y consensuada por representantes de los distintos grupos de trabajo. El coordinador ha de ser el encargado de comunicar el cronograma que regula las actividades de los distintos grupos y el responsable de verificar el cumplimiento de los plazos de entrega o disponer de reajustes si fuera necesario.

### **3. Diseño**

En la etapa de diseño, se distinguen dos sub-etapas.

- a) Confección de un esquema conceptual
- b) Diseño del guión hipermedia.

La construcción del esquema conceptual permitirá relacionar los contenidos a ser tratados, determinar distintos niveles de complejidad para dicho tratamiento, como así también orientar en la selección y uso adecuado de los recursos multimedia.

Sobre la base del esquema obtenido, se lleva a cabo el guión hipermedia que consiste en la descripción detallada de cada pantalla, registrando recursos multimedia, fondo, colores, aspectos relativos a la sincronización y distribución de los mismos como así también la descripción de la interfaz con el usuario.

Estas producciones implican procesos iterativos en donde los grupos que diseñaron el esquema interactúan en forma permanente con el grupo de guionistas.



Especialistas en la temática  
Area tecnológica

.....



En cada fila se especifican las distintas etapas del proceso y en las columnas, la evolución en el tiempo. En cada fase hay una o más iteraciones, según sus objetivos específicos.

En nuestra experiencia de trabajo la articulación de los recursos humanos que trabajan con diferentes metodologías, en diferentes áreas, en tiempos que no son siempre coincidentes fue posible a través de la metodología taller . Es un recurso valioso porque se transforma en un espacio de interacción y retroalimentación , genera flujos de trabajo y aumenta la eficiencia y pertinencia de las acciones. La modalidad y frecuencia de los talleres se reguló en función de las necesidades de cada grupo de trabajo y de las metas planteadas.

La figura del coordinador adquiere un rol relevante para garantizar que las sesiones se lleven adelante de manera ágil y como orientador de las acciones hacia el cumplimiento de las metas.

Si bien la concreción de los talleres demandan tiempo de trabajo conjunto, horas de planificación y de sistematización de la información resultante, con todas las complicaciones que ello implica, actúan como espejos que reflejan las problemáticas de los diferentes equipos de trabajo y promueven soluciones colaborativas, con el consiguiente efecto de compromiso para cada uno de los protagonistas del mismo cuando realizan sus tareas específicas resultantes de acuerdos compartidos.

La alternancia entre instancias de trabajo inter-equipos e intra-equipos, asegura el flujo de trabajo en el marco de una filosofía “just in time”.

## ¿CÓMO DISEÑAR APROVECHANDO LAS POTENCIALIDADES DE HIPERMEDIA?

De acuerdo con nuestra experiencia considerar las siguientes dimensiones para plasmar una hipermedia facilita instancias de construcción de conocimientos:

- ? dimensión histórica que considera la forma en que se fueron construyendo los conceptos en el devenir de la historia,
- ? dimensión epistemológica que contempla las dificultades encontradas por los científicos y las condiciones para la construcción y convalidación del conocimiento,

- ? dimensión de la singularidad psíquica que atiende a las particularidades de los sujetos a la hora del aprendizaje, como así también el contexto ínter-subjetivo en que se realiza y los medios empleados.

El abordaje de la Historia de la Ciencia y la Epistemología nos permite conocer las diferentes situaciones por las que atravesó la ciencia para llegar a determinado conocimiento. De esta manera el educando podrá comprender cómo se fue dando la evolución de los conceptos, las transformaciones de modelos, cambios de teorías, etc. Puede colaborar en la determinación de los obstáculos que aparecen en el aprendizaje de muchos de los conceptos que constituyen el núcleo de los contenidos de la ciencia y en la búsqueda de soluciones que ayuden a su superación.

Todo ello teniendo en cuenta las características del sujeto que se dispone a conocer, lo cual implica considerar que la forma de razonar está condicionada por la significación de una cierta temática, los medios empleados, el contexto ínter / subjetivo en que se realiza, así como el hecho de que cada uno tiene sus propios tiempos para concretar el aprendizaje.

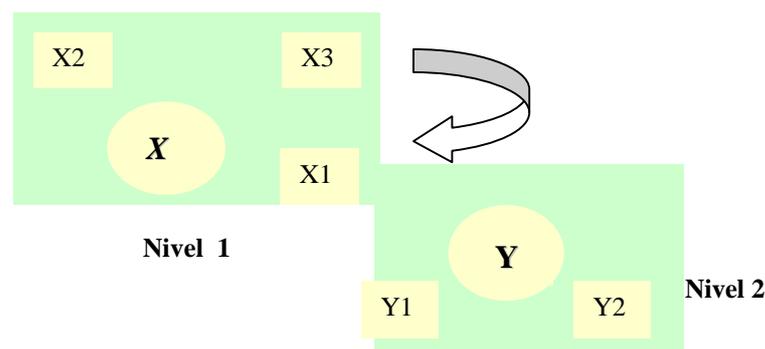
En nuestro software, estos aspectos orientaron tanto la organización de los contenidos como la determinación de las actitudes / aptitudes que se pretende que el alumno logre.

En este sentido se procuró:

- ? Propiciar instancias de desestructuración de juicios pre-científicos, partiendo de contextos que son cotidianos al alumno, que den lugar a situaciones que evidencien la inconsistencia de los juicios adquiridos en forma espontánea. Después de esta desestructuración inicial se promueve un proceso de elaboración de hipótesis, experimentación, contrastación y reelaboración de las mismas en un grado creciente de abstracción.
- ? Vincular horizontal y verticalmente las áreas temáticas involucradas de tal manera que el alumno pueda comprender los conceptos como parte de un todo que lo contiene y no como una definición aislada.
- ? Priorizar actividades que promuevan la interactividad implícita que supone el movimiento de las estructuras internas del sujeto.
- ? Considerar aportes de la historia, de manera que el alumno tome conciencia que los contenidos no son acabados, que surgieron como un proceso en el que

se producen saltos, rupturas, desequilibrios y que están en continua revisión - visión dinámica de ciencia.

- ? Plantear actividades que dan lugar a un aprendizaje colaborativo.
- ? Evitar situaciones de evaluación donde el error aparezca resaltado como fracaso. Generalmente cada reto planteado requiere al alumno expresar las conclusiones resultantes de las inferencias realizadas a partir de una actividad exploratoria. En este desarrollo se plantean los conceptos no como definiciones acabadas, de manera que el alumno pueda ser crítico y reflexivo al contrastar sus producciones con las de sus compañeros y lo presentado en el soporte informático.
- ? Favorecer en el sujeto de conocimiento un camino que le permita pasar de lo concreto, fácilmente captable a través de los sentidos a niveles de representación de mayor abstracción.

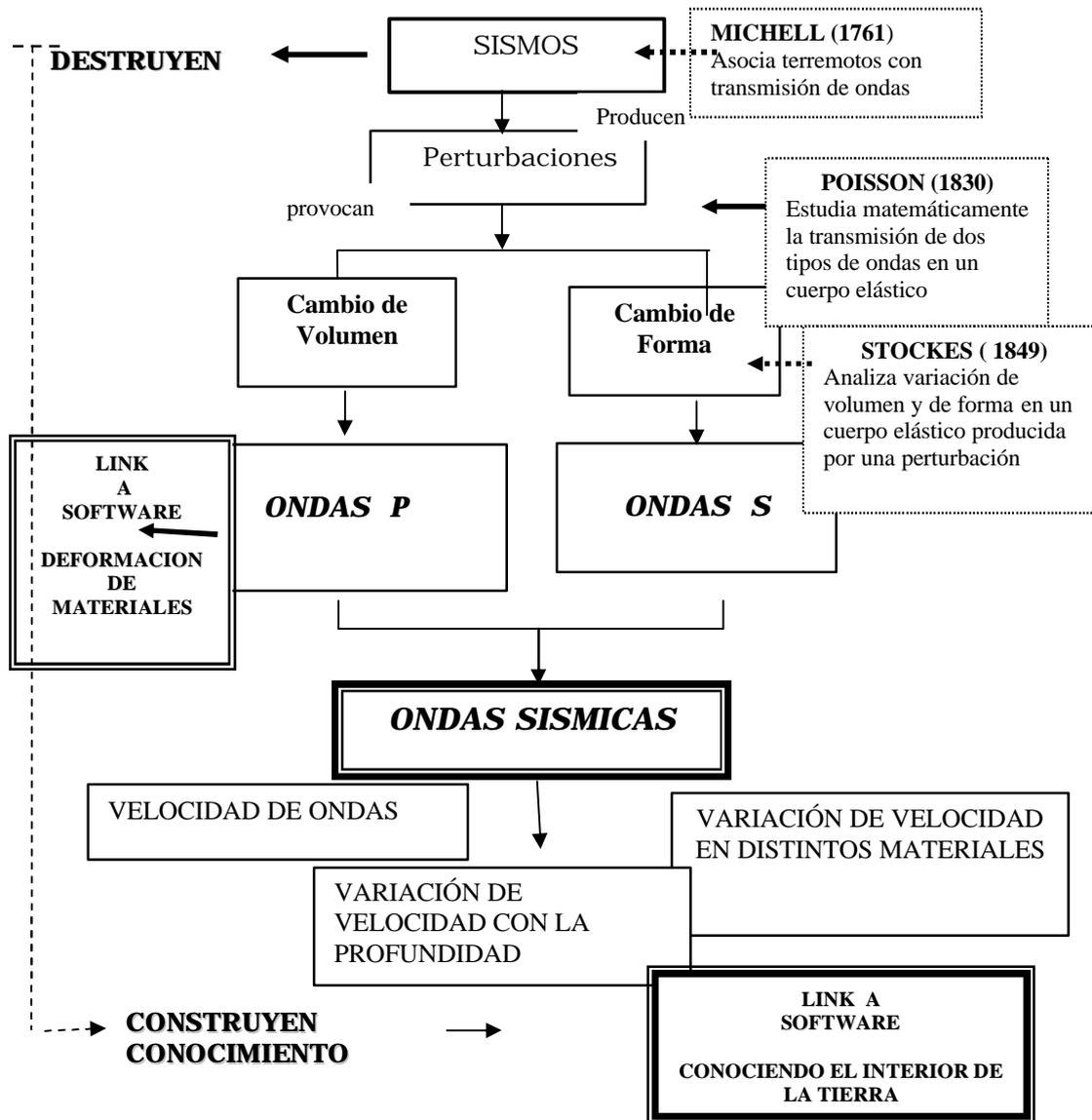


**Esquema 1: Nivel de abstracción creciente para el tratamiento de los conceptos**

El software se halla estructurado de manera tal que el alumno pueda recorrer una escalera de abstracción creciente. El siguiente esquema ilustra cómo se construyen los distintos niveles de la escalera.

En el nivel 1, para la construcción del concepto X, se parte de situaciones cotidianas que involucran los contenidos x1, x2, relacionados con x3 por ejemplo. Una vez construido X, se plantean situaciones correspondientes a un nivel de mayor abstracción que permitan, mediante la relación con los contenidos y1, y2 etc., la construcción del concepto Y.

El siguiente esquema sistematiza los conceptos involucrados en la Hipermedia *Ondas Sísmicas*, que despliega también los aportes de la historia y los enlaces previstos para conectar con otros dos software “Esfuerzo y Deformación en Materiales”, “La Estructura Interna de la Tierra” generados también en el marco de este equipo de investigación.



El software Ondas Sísmicas se halla estructurado de manera tal que el alumno pueda recorrer una escalera de abstracción creciente prevista que le permitirá:

- 1) Asociar el concepto de perturbación con el de transmisión de ondas
- 2) Diferenciar dos tipos de ondas sísmicas que se transmiten en el interior de la tierra.
- 3) Reconocer la interacción onda- material

4) Inferir el valor de la variación de velocidad de las ondas para el conocimiento de la estructura interna de la tierra

Desde lo epistemológico, estas etapas suponen un punto de partida desde una desestructuración (de los juicios pre-científicos), pasando por momentos de diferenciación y clasificación (clases de ondas) hasta la interpretación de modelos matemáticos

(aplicación al análisis de la estructura interna de la tierra).

### **¿CÓMO MANTENER MOTIVADO AL USUARIO?**

La estrategia seguida para lograr que el usuario pueda recorrer todo el software sin perder interés se sustenta en el planteo de problemáticas desde situaciones que resulten familiares al alumno. Para ello, se utiliza la figura de un interlocutor quien describe escenarios/situaciones/problemas, etc. que dan lugar a la formulación de preguntas que operan o bien como estructurantes del conocimiento o bien como des-estructurantes de los juicios pre-científicos.

Una vez planteados los interrogantes, se prevé un espacio para que el alumno pueda conducir el autoaprendizaje, para lo cual dispone de los conceptos y herramientas necesarios para develar las cuestiones planteadas. Es un momento en donde el sujeto puede construir el conocimiento y con la intervención del docente participar de instancias de puesta en común y de aprendizaje con otros.

Se incluyen animaciones que muestran al alumno situaciones difíciles de representar para reorientar ese esfuerzo en la búsqueda de solución de otras situaciones que requieran abstracciones de mayor complejidad. En general las animaciones presentadas sirven para descomponer el fenómeno de manera tal que el sujeto tenga la oportunidad de analizarlo y se lo recompone en una síntesis que recorre todo el camino inversamente, para simplificar el proceso de abstracción que implica la comprensión del objeto de estudio

### **¿CÓMO SABER QUE EL APRENDIZAJE SE ESTÁ LOGRANDO?**

Resulta complejo pensar en el diseño de evaluación cuando se está trabajando con un software que no se limita tan solo a la transmisión de datos/información y en el que el grado de avance del sujeto no puede ser evaluado en términos cuantitativos.

Se consideró pertinente presentar una evaluación formativa desde situaciones en donde el alumno pueda explorar y realizar inferencias que deberán ser contrastadas con

las propuestas del software y de sus compañeros. En la medida en que pueda resolver las problemáticas planteadas podrá autoevaluar lo internalizado hasta el momento .

Asignamos, desde esta propuesta al profesor un rol fundamental como guía que incentivará la discusión entre los grupos de trabajo, actuará como moderador, y evacuará las dudas que pudieran plantearse cuando las producciones de los alumnos difieran de lo presentado en el programa.

Se trata de que el alumno no vivencie el error como frustración, sino como un nuevo desafío cuya superación favorecerá su crecimiento como sujeto de conocimiento.

### ¿QUÉ CONSIDERAR A LA HORA DE PENSAR LA INTERFAZ?

Lo tecnológico adquiere relevancia no en sí mismo sino cuando es funcional a la dimensión didáctica, esto es que se convierte en viabilizador del acceso al conocimiento y no mero recurso de entretenimiento. Para ello se optó por:

- ? Priorizar el valor de la imagen y movimiento para mostrar lo que el sujeto no puede representarse, de tal manera que esa imagen/movimiento no obstaculice el proceso de abstracción que implica el verdadero conocimiento.
- ? Procurar armonía y equilibrio en contenidos, gráficos, colores, iconos, textos, voz etc. de cada pantalla, de tal manera de lograr una interfase atractiva pero que no impida centrar la atención en lo significativo desde lo conceptual, que en ella se presenta.
- ? Evitar el verbalismo porque impide al sujeto llegar al conocimiento.

El diseño de las distintas pantallas se ha realizado tratando de obtener una interfaz estándar en el software, variando los escenarios al hacer links con los otros dos software.

Para favorecer la construcción del conocimiento, cada animación que es acompañada por un audio explicativo se transforma en una imagen estática con texto ilustrativo. No obstante, para favorecer el proceso que va del análisis a la síntesis y viceversa, se ha previsto que las animaciones puedan ser ejecutadas tantas veces como sea necesario de acuerdo con las necesidades cognitivas de cada sujeto

### ¿QUÉ ACTORES INTERACTÚAN EN EL SOFTWARE?

Los **estudiantes**:realizan diferentes acciones, iniciar y salir de la presentación, resolver las cuestiones o retos planteados, seleccionar objetos que le permitan resolver las problemáticas presentadas o aquellos que le permitan la navegabilidad

dentro del software y los links a los software *Conociendo el interior de la tierra* y *Esfuerzo y deformaciones en materiales*.

- ? **El Relator/Interlocutor:** describe los distintos escenarios, plantea los desafíos e incentiva al alumno en el uso de la distintas herramientas que le permitirán construir los distintos conceptos.
- ? **Personajes:** Dos jóvenes que habitan en países distantes entre sí
- ? **Manejador de Eventos:** el sistema de autor que se encarga de responder las distintas solicitudes del usuario
- ? **Grupo de alumnos:** en las actividades previstas para trabajo colaborativo
- ? **Docente:** orientador

## CONCLUSIONES

En nuestra experiencia los obstáculos que debieron superarse para lograr un producto acabado son variados y corresponden tanto a problemas derivados de la tecnología utilizada como dificultades a la hora de diseñar la hipermedia de manera coherente con el modelo pedagógico que nos orienta.

En cuanto al diseño, el proceso de organización de los contenidos a desarrollar para la construcción del esquema conceptual, es una tarea que demanda mucho tiempo y requiere de la activa participación de los expertos en la disciplina en la que se está trabajando. La “traducción” del lenguaje de los expertos al diseño general y de cada pantalla en especial, es compleja porque no siempre se satisface las representaciones que el experto tiene respecto del contenido. Tal como señaláramos anteriormente pudimos superar algunos de estos problemas a partir de talleres de trabajo.

La implementación de este software se realizó con un sistema de autoría que utiliza un lenguaje orientado a objetos. Este sistema permite desarrollos acordes con la capacidad de programación de quien lo utiliza. Es relativamente sencillo para aquellas personas con escasos conocimientos de programación, sin embargo carece de las facilidades que las nuevas tecnologías web brindan para su portabilidad.

En este momento se cuenta con una versión Beta del programa que ha sido evaluado por docentes especialistas en la temática, geólogos y geofísicos, con resultados favorables. Se encuentra en instancia de prueba con grupos de alumnos de la Carrera de Geología para verificar si satisface las necesidades y realizar los ajustes pertinentes.

Los avances de las tecnologías Web plantean el desafío de la migración hacia el uso de otros recursos tales como: lenguajes HTML, Java Script, applets etc., que posibilitan una mejor interacción usuario - software, así como animaciones que requieren menos almacenamiento, trabajo en múltiples plataformas y la posibilidad de colocarlo en la red para compartirlo con otros docentes interesados, que podrán realizar sus aportes desde su propia experiencia.

## BIBLIOGRAFÍA

- AZEVEDO DÍAZ, José Antonio; Análisis de algunos criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología; *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (3)- 1998,409-420
- BACHELARD, Gaston, *La Formación del Espíritu Científico*. México. Siglo Veintiuno Editores. 1948.
- BENBENASTE, Narciso, *Sujeto=políticaxtecnología/mercado*, Buenos Aires. Oficina de Publicaciones UBA
- CHALMERS, F ¿ *Qué es esa cosa llamada ciencia?. Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos*. Madrid .Siglo Veintiuno Editores. 1987.
- FERNANDEZ M , Cantó Diez y otros. *Generación de Material Didáctico con Tecnología Multimedia*. Madrid. Universidad Nacional de Educación a Distancia . 1996.
- GÓMEZ CASTRO R,. Galvis Panqueva A y Mariño Drews *Ingeniería de Software Educativo con Modelaje orientado por objetos: un medio para desarrollar micromundos interactivos* .Virtual Educa 2002
- LITWIN E, LIBEDINSKY Marta y otros. *Tecnología educativa. Política, historia, propuestas* , Buenos Aires . Editorial Piados. 1995 .
- MORALES VELÁZQUEZ.C, Carmona y otros, Modelo de Evaluación de Software Educativo
- NERI, Carlos, FIDANZA Viviana, Caplan Graciela J.; *Textos, Tramas y Dígitos, ¿la última frontera?*, Buenos Aires. Oficina de Publicaciones CBC UBA.
- PEDRINACI, E; *La historia de la Geología como herramienta didáctica* . *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 2. 2y3 1994 . 332-339.
- PIAGET, Jean, *Lógica y Conocimiento Científico, Naturaleza y Métodos de la Epistemología*, Buenos Aires. Editorial Proteo, 1970.

**Contactar**

**Revista Iberoamericana de Educación**

**Principal OEI**